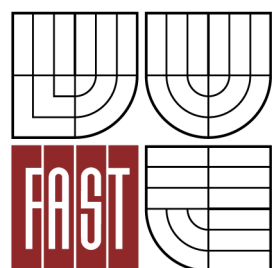




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

Faculty Of Civil Engineering
Institute of Concrete and Masonry Structures

MONOLITICKÉ ZASTROPENÍ PROSTORU NAD JEVIŠTĚM

CONCRETE CEILING OVER STAGE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MARTIN ŠKODA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN PERLA

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Martin Škoda
Název	Monolitické zastropení prostoru nad jevištěm
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Jan Perla
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2013
Datum odevzdání bakalářské práce	30. 5. 2014
V Brně dne 30. 11. 2013	

.....
prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Podklady:

Situace, řezy, půdorysy, divadelní technologie (zatěžovací účinky)

Základní normy (včetně všech změn a doplňků):

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991: Zatížení konstrukcí (část 1-1, 1-3 až 1-7)

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Literatura:

podle doporučení vedoucího bakalářské práce

Zásady pro vypracování

Návrh zastropení (zastřešení) prostoru jeviště víceúčelového sálu - při návrhu budou respektovány požadavky na rozmístění (zavěšení) divadelní techniky a ověřeno technologické zatížení od provádění na stropní konstrukci nižšího podlaží.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti dle níže uvedených směrnic).

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Výkresová část:

- výkresy tvaru s respektováním pracovních (technologických) spár;

- schéma vyztužení stropní konstrukce (ve stupni DPS).

P3. Statický výpočet (v zadaném rozsahu bakalářské práce).

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x).

Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD.

Předepsané přílohy

.....

Ing. Jan Perla
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Práce je zaměřena na návrh a posouzení monolitického železobetonového trámového stropu. Veškeré výpočty jsou provedeny v souladu s Eurokódem 2.

Klíčová slova

monolitická betonová deska, trámy, stěny, zatížení, osamělé břemeno, vnitřní síly, ohyb, smyk, pracovní diagram, kotevní délka, kotevní přesah, konstrukční uspořádání výztuže, mezní stav únosnosti, mezní stav použitelnosti

Abstract

The work focuses on the design and assessment monolithic reinforced concrete beamed ceiling. All calculations are done in accordance with Eurocode 2.

Keywords

monolithic concrete plate, beams, loads, internal forces, lonely burden, bending, shear, working diagram, anchorage length, design of the reinforcement, the ultimate limit state, serviceability limit state

Bibliografická citace VŠKP

Martin Škoda *Monolitické zastropení prostoru nad jevištěm*. Brno, 2014. 17 s., 60 s. příl.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a
zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jan Perla

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24.5.2014

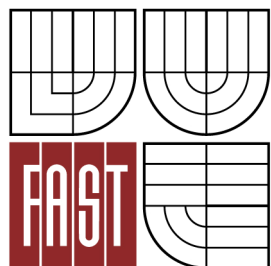
.....
podpis autora
Martin Škoda

Poděkování:

Rád bych poděkoval Ing. Janu Perlovi, za odborné vedení, cenné rady, připomínky, trpělivost a čas, který mi věnoval při vypracovávání této bakalářské práce.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

Faculty Of Civil Engineering
Institute of Concrete and Masonry Structures

A) PRŮVODNÍ ZPRÁVA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MARTIN ŠKODA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JAN PERLA

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Obecné údaje o stavbě.....	11
3	Popis stavby	11
3.1	Stavební řešení objektu.....	11
3.2	Geologické poměry a založení objektu	11
3.3	Vodorovné konstrukce.....	11
3.4	Svislé konstrukce	12
3.5	Sloupy	12
3.6	Schodiště.....	12
3.7	Podmínky provádění.....	12
4	Výpočetní metoda	12
5	Zatížení	13
5.1	Kombinace výsledků	13
6	Materiály	15
6.1	Beton C25/30.....	15
6.2	Ocel B500A	15
7	Závěr	16
8	Seznam použitých zdrojů.....	17
9	Seznam příloh	17

1 Úvod

Bakalářská práce se zabývá návrhem monolitického zastropení prostoru nad jevištěm. Cílem práce je návrh trémového stropu, návrh výztuže, výkresová dokumentace, posouzení průhybů a stanovení montážního zatížení.

Výpočtový model pro desku byl vytvořen v programu IDEA STATICA, trámy byly počítány jako prosté nosníky s částečným vetknutím v podporách.

Na vypočtené vnitřní síly byl dle ČSN EN 1992-1-1 proveden návrh výztuže na mezní stav únosnosti. Navržená výztuž je zakreslena ve výkresech.

2 Obecné údaje o stavbě

Jedná se o přestavbu kulturního domu Jupiter Club na náměstí ve Velkém Meziříčí. Ve východní části stavby, jež je i čelní stranou, se nachází restaurace. Tato část zůstane z větší části zachována, postihnou ji jen menší stavební úpravy. Zadní část stavby, kde se nachází sál s jevištěm, bude zbourána a postavena znovu. Strop nad jevištěm v nově postavené části je tématem této práce.

3 Popis stavby

3.1 Stavební řešení objektu

Jde se o kulturní dům Jupiter Club s restaurací a sálem s jevištěm. Objekt má tři podlaží. Ve staré části a pod jevištěm je podsklepen. V sálu, pod podlahou, se nachází prostor pro uložení židlí.

V sálu v 2.NP jsou vybudovány postraní galerie. Tyto postraní galerie jsou podporovány nosnými stěnami a nosnými sloupy.

3.2 Geologické poměry a založení objektu

Z inženýrsko-geologických průzkumů bylo zjištěno podloží pod plánovanou stavbou. V hloubce 3,8 m – 5,1 m je vrstva jílovito-písčitého štěrku, v hloubce 5,1 m začíná vrstva syenitu ve stádiích zvětrání od mírně zvětralého, až po silně zvětralý. V těsné blízkosti stavby protéká řeka Balinka. Ustálená hladina podzemní vody je v hloubce od 3,37 m po 3,88 m. Stěny jsou založeny na základových pasech, ve vrstvě jílovito-písčitého štěrku. Sloupy jsou založeny na pilotách, které zasahují do vrstvy syenitu.

3.3 Vodorovné konstrukce

Ve staré části objektu jsou stropy tvořené cihlovými klenbami nebo systémem ocelových I-profilů kombinovaných s keramickými deskami Hurdis. V nově postavené části jsou vodorovné konstrukce z železobetonu. Byl použit beton třídy C 25/30 a ocel třídy B 500B.

3.4 Svislé konstrukce

Nově postavená část má stěny železobetonové, obvodové mají tloušťku 300 mm, vnitřní nosné 200 mm. Příčky jsou zděné z keramických tvarovek Heluz 11,5. Ve staré části jsou svislé konstrukce zděné z plných pálených cihel tloušťky 500 mm.

3.5 Sloupy

Sloupy jsou železobetonové, kruhového průřezu a mají průměr 450 mm.

3.6 Schodiště

Všechna schodiště v objektu jsou železobetonová, monolitická.

3.7 Podmínky provádění

Bednění musí být dostatečně tuhé a musí zajistit konstrukci předepsaný tvar tak, aby vyhovoval požadavkům na maximální povolené odchylky i po provedení betonáže. Výztuž musí být kladena dle výkresů výztuže. Je nutné dodržet minimální tloušťku betonové krycí vrstvy. Před betonáží je nutné provést kontrolu uložené výztuže.

Betonáž musí probíhat tak, aby nedošlo k rozmíšení jednotlivých složek betonové směsi, aby se omezil vznik cementového šlemu, a aby kvalita betonu byla stejná ve všech částech konstrukce.

Čerstvý beton je nutné ošetřovat, především zajistit dostatečnou vlhkost na povrchu kropením po dobu 7-10 dnů, jinak by mohl dojít ke vzniku trhlin od ztráty hydratačního tepla.

Betonáž nesmí být prováděna za teplot nižších než 5 °C. Odbednění je možné provádět po nabytí alespoň 75% pevnosti po 28 dnech.

4 Výpočetní metoda

Deska byla počítána jako spojitý nosník o sedmi polích s různou délkou. K výpočtu byl použit program IDEA STATICA, jehož studentská verze je volně přístupná na internetu.

Trámy byly uvažovány jako prosté nosníky, částečně vetknuté v podporách a byly počítány ručně.

Díky uložení stropu na železobetonových stěnách vzniká v podporách částečné vetknutí vyvolávající záporné momenty, které snižují ohybový moment v poli. Míra či velikost tohoto vetknutí byla počítána pomocí dvou metod. První byl ruční výpočet přes ohybové tuhosti trámu a podporové stěny. Druhou metodou byl výpočet v programu IDEA STATICA a sloužil spíše jako kontrola pro ruční výpočet. Celkem proběhl výpočet na třech délkách trámu a na třech tloušťkách podpůrných stěn.

Po vyhodnocení výsledků byla míra vetknutí stanovena na 15% celkového momentu z pole, v poli tedy zůstane 85% momentu. Vetknutí bylo zohledněno, jak při návrhu trámu na ohyb (s hodnotami 85% v poli a 25% v podpoře – dle normy), tak při výpočtu průhybu trámu (85% pole, 15% podpora).

5 Zatížení

Konstrukce je zatížena stálým zatížením a užitným zatížením dle *ČSN EN 1991-1 až 4 - Zatížení konstrukcí*.

Do stálého zatížení na desku byla zahrnuta vlastní tíha desky, skladba střechy a omítka. Proměnné zatížení tvoří zatížení sněhem a servisním zatížením při opravách.

Zatížení trámů je tvořeno vlastní tíhou, zatížením od desky a dále jsou zatěžovány osamělými silami. Těmi jsou síly od kladek technologického vybavení jeviště, sloužící ke zvedání kulis a síly od zavěšených obslužných lávek.

5.1 Kombinace výsledků

Byl vytvořen jeden zatěžovací stav, ve kterém působí všechna za zatížení současně.

Kombinace zatížení na desku byla podle rovnic 6.10a) a 6.10b), přičemž méně příznivě vycházela rovnice 6.10a). Zatížení s koeficienty dle 6.10a) pak bylo zadáno do výpočtového programu.

Při výpočtu trámu byly nejprve vypočítány vnitřní síly (M,V) od každého spojitého zatížení a každé osamělé síly zvlášť a výsledky byly zkombinovány opět podle rovnic 6.10a),b). Méně příznivá varianta byla znovu rovnice 6.10a).

Kombinace Zatížení - MSÚ

• Rovnice 6.10a

$$\sum \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \sum \gamma_{Q,1} \psi_{Q,1} Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{Q,i} Q_{k,i}$$

Kombinace Zatížení - MSP

- Rovnice 6.14b – Charakteristická

$$\Sigma Y_{G,j} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \Sigma \psi_{Q,i} Q_{k,i}$$

- Rovnice 6.15b – Častá

$$\Sigma G_{k,j} + P + Y_{1,1} \psi_{1,1} Q_{k,1} + \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Rovnice 6.16b – Kvazistálá

$$\Sigma G_{k,j} + P + \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Dílčí součinitele spolehlivosti dle ČSN EN 1991:

Stálé účinky $Y_{G,j} = 1,35$

Nahodilé účinky $Y_{q,1} = 1,5$

Kombinační součinitele:

- pro síly od kladek – uvažováno jako Kategorii B – kancelářské plochy

$\psi_0 = 0,75$... tento součinitel byl v podkladech

$$\psi_1 = 0,5$$

$$\psi_2 = 0,3$$

- pro užité zatížení na lávkách:

$$\psi_0 = 0,5$$

$$\psi_1 = 0,5$$

$$\psi_2 = 0,3$$

- pro servisní zatížení – Kategorie H: střechy

$$\psi_0 = 0$$

$$\psi_1 = 0$$

$$\psi_2 = 0$$

- pro zatížení sněhem – ostatní členové CEN, stavby ≤ 1000 m n.m.

$$\psi_0 = 0,5$$

$$\psi_1 = 0,2$$

$$\psi_2 = 0$$

6 Materiály

6.1 Beton C25/30

Charakteristická pevnost v tlaku

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnost betonu v tlaku

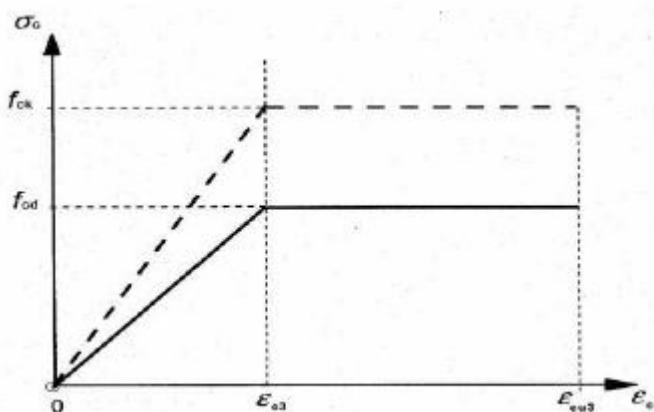
$$f_{cd} = 16,67 \text{ MPa}$$

Střední hodnota pevnosti betonu v tahu za ohybu

$$f_{ctm} = 2,7 \text{ MPa}$$

Modul pružnosti betonu

$$E_{cm} = 31 \text{ MPa}$$



Pracovní diagram betonu v tlaku pro dimenzování – bilineární [10] – str. 125

6.2 Ocel B500A

Charakteristická hodnota meze kluzu oceli

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

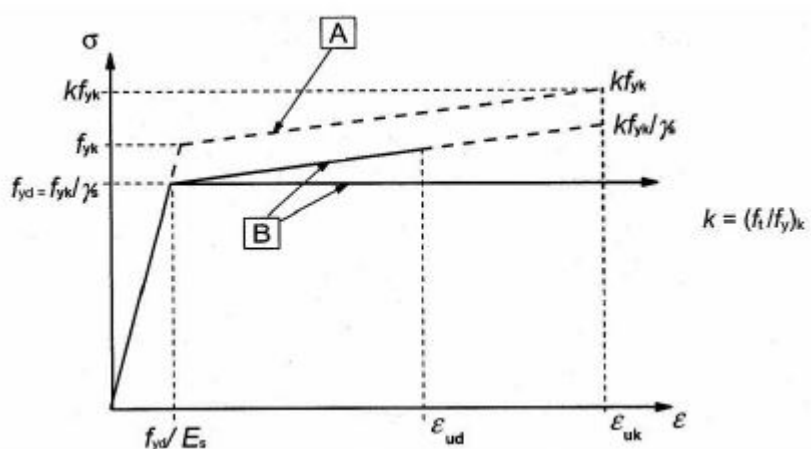
Návrhová hodnota meze kluzu oceli

$$f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$$

Modul pružnosti oceli

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

Poměrné přetvoření výztuže $\epsilon_{yd} = f_{yd}/E_s = 434,78/200\,000 = 0,00218 = 2,18\text{‰}$



Pracovní diagram betonářské oceli v tahu i tlaku pro dimenzování: A – idealizovaný, B – návrhový [10] – str. 125

7 Závěr

V rámci bakalářské práce byl proveden návrh monolitického stropu nad jevištěm v nově postavené části Jupiter Clubu. Návrh byl proveden dle ČSN EN 1992-1-1.

Všechny prvky byly navrženy na MSÚ a posouzeny na MSP. Průhyb kritického trámu T4 je $w_{50l-100d} = 0,034 - 0,0262 = 0,0078$ m, což vyhovuje zpřísněné podmínce $w < 1/1000 = 0,0081$ m. Přísnější podmínka byla zvolena z důvodu nižší tolerance odchylek na lanovém vedení pro kladky.

Vypočítané montážní zatížení je $g_{k,m} = 6,8 \text{ kNm}^{-2}$, strop pod jevištěm musí toto montážní zatížení přenést.

Podrobné zpracování výpočtů k návrhu monolitického stropu je v příloze B1.

8 Seznam použitých zdrojů

Použité normy:

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991: Zatížení konstrukcí (část 1-1, 1-3 až 1-7)

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí. Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb

Použitá literatura:

ZICH, Miloš. Příklady posouzení betonových prvků dle EUROKÓDŮ. 2010

KYTÝR, Jiří, KADLČÁK, Jaroslav, Statika stavebních konstrukcí I. 1998

FIALA, Adolf, Prvky železobetonových konstrukcí, část. 1, 1975

Použitý software:

IDEA STATICA

AUTOCAD 2012

ArchiCAD 16

Microsoft Word 2007

Microsoft Excell 2007

9 Seznam příloh

B1 – Statický výpočet

C1 – Výkresová dokumentace

C2 – Použité podklady